

EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN POBLACIONES MARGINALES: CASO DE ESTUDIO EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA

Leidy Andrea Castro-Camargo¹, Sharon Beatriz George-Bracho¹, Hugo Riatiga-Fandiño², Erik José Vera-Mercado³, Liliana del Pilar Castro-Molano⁴

¹Ingeniera química, investigadora grupo Interfase

²Ingeniero mecánico, candidato a Magíster en Sistemas Energéticos Avanzados

³Magíster en Administración de Empresas, candidato a Doctor en Ingeniería, investigador grupo Gisel.
Correo electrónico: erik.vera@correo.uis.edu.co

⁴Doctora en Ingeniería Química, investigadora grupo Interfase, profesora, Escuela de Ingeniería Química
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

Recibido: 28 de septiembre del 2015 Aprobado: 18 de noviembre del 2015

Cómo citar este artículo: L. A. Castro-Camargo, S. B. George-Bracho, H. Riatiga-Fandiño, E. J. Vera-Mercado, L. P. Castro-Molano, "Evaluación de la problemática ambiental en poblaciones marginales: caso de estudio en institución educativa del departamento de Santander, Colombia", *Ingeniería Solidaria*, vol. 12, n.º 19, pp. 81-97, abril 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v12i19.1196>

Resumen. Introducción: este artículo es producto de la investigación del proyecto "Evaluación de la situación ambiental en instituciones educativas", desarrollada en el 2015 en la Universidad Industrial de Santander y en la Universidad de Santander. El problema de investigación abordado obedece a la dificultad que actualmente tienen las instituciones educativas que laboran con poblaciones marginales, al crear conciencia ambiental y visualizarse en un futuro como instituciones educativas sostenibles. **Metodología:** a fin de realizar la evaluación de impacto ambiental (EIA), el método CONESA y la medición de la huella ecológica fue aplicada en una institución educativa caso de estudio. Se analizó la información recolectada con el objetivo de que la institución educativa caso de estudio tome acciones que mitiguen las consecuencias ambientales de las acciones cotidianas realizadas por estudiantes, docentes y administrativos durante su funcionamiento. **Resultados:** se obtuvo el significativo impacto de la variable social y cultural en el medio ambiente. Dado lo anterior, se concluyó que se debe promover el comportamiento ciudadano, mediante estrategias lúdicas que le permitan al estudiante construir normas sociales a través de la creación de símbolos asociados con la conservación del medio ambiente. **Conclusiones:** la percepción ambiental de la institución educativa caso de estudio se valoró mediante un análisis estadístico gracias al cual se obtuvo como resultado una percepción ambiental desfavorable. El principal impacto identificado es el asociado con el consumo elevado de agua, seguido por el impacto asociado al ruido.

Palabras clave: ambiental, evaluación, huella ecológica, impacto, percepción, sostenibilidad.



ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL ISSUES IN MARGINALIZED POPULATIONS: STUDY CASE OF EDUCATIONAL INSTITUTION IN THE DEPARTMENT OF SANTANDER, COLOMBIA

Abstract. *Introduction:* this article was produced by the research project “Assessment of the environmental situation in educational institutions” developed in 2015 by the Industrial University of Santander and the University of Santander. The addressed research problem derives from the hurdle that current educational institutions must overcome when working with marginalized populations in creating environmental awareness and visualizing a future with sustainable educational institutions. *Methodology:* in order to perform the Environmental Impact Assessment (EIA) in the case study educational institution, the CONESA method and the measurement of the “ecological footprint” were applied. The resulting information was analyzed so that the educational institution would alleviate the environmental effects of daily actions of students, teachers and staff during the general course of operations. *Results:* a significant impact of social and cultural variables was made in the environment. Given the aforementioned, the findings indicated the need to promote good citizenship behaviors through play-like strategies that would allow the students to build social guidelines and create symbols associated with environmental conservation. *Conclusion:* the environmental perception of the case study educational institution was assessed through a statistical analysis that produced an unfavorable environmental perception. The biggest impact identified is associated to a high consumption of water, followed by the impact associated with high level noise.

Keywords: environmental, evaluation, ecological footprint, impact, perception, sustainability.

ÁVALIAÇÃO DA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EM POPULAÇÕES CARENTES: CASO DE ESTUDO EM INSTITUIÇÃO EDUCATIVA DO DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLÔMBIA

Resumo. *Introdução:* este artigo é produto da investigação do projeto “Avaliação da situação ambiental em instituições educativas”, desenvolvida no ano 2015 na Universidade Industrial de Santander e na Universidade de Santander. O problema de investigação abordado obedece à dificuldade que hoje têm as instituições educativas que trabalham com populações carentes, criando consciência ambiental e visualizar-se em um futuro como instituições educativas sustentáveis. *Metodologia:* a fim de realizar a avaliação de impacto ambiental (EIA), o método CONESA e a medição da pegada ecológica foi aplicada em uma instituição educativa caso de estudo. Analisou-se a informação coletada visando que a instituição educativa caso de estudo empreenda ações voltadas a mitigar as consequências ambientais das ações quotidianas realizadas por estudantes, docentes e administrativos durante seu funcionamento. *Resultados:* obteve-se o significativo impacto da variável social e cultural no meio ambiente. Dado o anterior, concluiu-se que se deve promover o comportamento cidadão, através de estratégias lúdicas que lhe permitam ao estudante construir normas sociais mediante a criação de símbolos associados com a conservação do meio ambiente. *Conclusões:* a percepção ambiental da instituição educativa caso de estudo foi valorada mediante uma análise estatística graças à qual se obteve como resultado uma percepção ambiental desfavorável. O principal impacto identificado é o associado com o consumo elevado de água, seguido pelo impacto associado ao ruído.

Palavras-chave: ambiental, avaliação, pegada ecológica, impacto, percepção, sustentabilidade.



1. Introducción

Para su desarrollo, el hombre necesita de los recursos ambientales que la naturaleza ha puesto a su disposición. Sin embargo, el uso inadecuado de estos recursos causa el deterioro del planeta, lo cual afecta la calidad de vida de la especie humana. En este sentido, desde las ciencias sociales se afirma que dotar a los individuos de información que promueva en ellos pensamientos, conocimientos, actitudes y creencias proambientales puede generar el desarrollo de opiniones que permitan tomar decisiones saludables [1].

Las poblaciones marginales se caracterizan por estar en una situación social de desventaja económica, profesional, política o de estatus social. La población marginal de la institución educativa caso de estudio es provocada por la deficiencia de los procedimientos gubernamentales que imposibilitan el desarrollo pleno de los estudiantes. Por consiguiente, la evaluación del impacto ambiental es un indicador que evidencia la necesidad de inversión de recursos estatales, a fin de mitigar los impactos ambientales en dichas poblaciones. Es importante resaltar que el nombre de la institución educativa caso de estudio no se menciona por consideraciones éticas.

Por lo anterior, es de suma importancia conocer la percepción que tienen las nuevas generaciones respecto a temas ambientales y problemáticas que ocurren en el planeta, en consideración desde las perspectivas locales, hasta globales. Faggionato define la percepción ambiental como “la toma de conciencia del ambiente por el hombre, es decir, como se autodefine, percibir el ambiente en el cual se localiza, aprendiendo a protegerlo y cuidarlo de la mejor manera” [2]. Existen diferentes herramientas para llevar a cabo el análisis de percepción ambiental, tales como cuestionarios, mapas mentales o de contorno, representación fotográfica, etc. En algunos casos, estos métodos de evaluación buscan no solamente el entendimiento que percibe el individuo, sino también promueven la sensibilización y el desarrollo del sistema de percepción [1].

Actualmente, la percepción ambiental es negativa debido a que los avances científicos (los cuales implican cambios culturales y demográficos, entre otros), han mejorado la calidad de vida de las personas, pero al mismo tiempo lo han hecho acompañados de impactos ambientales adversos [3].

La situación descrita anteriormente ha alertado a gobiernos, grupos ambientalistas, universidades y a la comunidad en general a generar una conciencia que conlleve un cambio en el comportamiento y desarrollo de las actividades que pueden ser descritas como consumo o desarrollo sostenible [4].

A partir de los estudios relacionados con el desarrollo sostenible se promovió el concepto de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el cual surgió en 1969 como una respuesta política pública ante la necesidad de un cambio en los valores y las actitudes de la sociedad, hacia una mayor preocupación por las consecuencias ambientales de las acciones humanas de la época [5].

La EIA se define como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, destinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y el entorno [6].

El objetivo de la EIA es proporcionar información para la toma de decisiones sobre las consecuencias ambientales de las acciones cotidianas en determinado lugar, así como promover el desarrollo ecológicamente racional y sostenible mediante la identificación de medidas de mejora y de mitigación apropiadas [7].

A nivel mundial, existen diferentes metodologías que permiten evaluar impactos ambientales, tales como listas de verificación, matrices, redes, superposiciones y los sistemas de información geográfica (SIG), sistemas expertos, y juicio profesional. [8]. La metodología matricial es la más utilizada dada su facilidad de manejo, bajo costo y rapidez en la obtención de resultados. Su principal ventaja consiste en la consideración de los posibles impactos, su importancia y magnitud respecto a los distintos factores ambientales. Además, permite el desarrollo de una matriz para cada subconjunto en el que pueda dividirse el proyecto [9].

Particularmente, las investigaciones en Colombia con respecto a la EIA afirman que la metodología más adecuada para medir impactos ambientales en el contexto nacional es el método cualitativo y matricial CONESA [10].

La metodología cualitativa corresponde a un método matricial que se ha hecho común porque combina la evaluación cualitativa y cuantitativa. Este instrumento se fundamenta en la metodología de matrices causa-efecto, derivadas de la matriz de

Leopold con resultados cualitativos y de la metodología del Instituto Battelle-Columbus con resultados cuantitativos [6]. El método CONESA se puede describir mediante el algoritmo presentado en la figura 1.

Por otra parte, los impactos ambientales generados por el hombre sobre su entorno se pueden evaluar y cuantificar mediante la huella ecológica. Este indicador es definido como:

El área de territorio ecológicamente productiva (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una

determinada población con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre esa área [11].

La metodología de cálculo de la huella ecológica se basa en la estimación de la superficie productiva necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al consumo energético y a la ocupación directa del suelo. Este indicador ambiental se suele expresar en hectáreas por habitante y año (ha/hab/año) si se realiza el cálculo para un habitante; o bien en hectáreas totales si se calcula para la totalidad de la población residente en un determinado territorio [12].

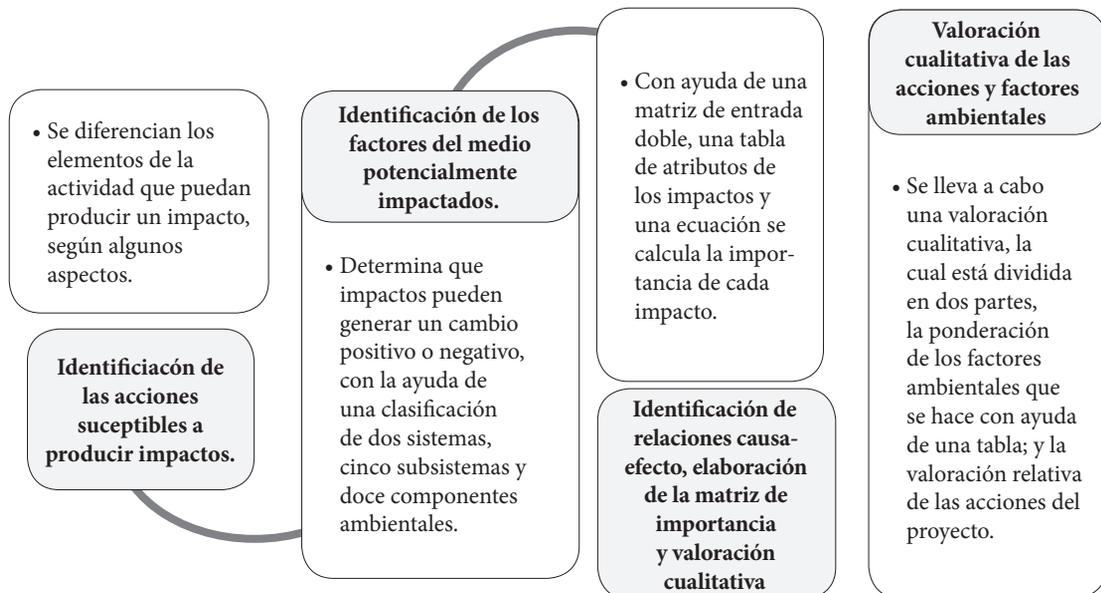


Figura 1. Algoritmo para aplicar la metodología CONESA en evaluaciones de impacto ambiental

Fuente: [6]

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formuló la política nacional de producción y consumo sostenible, la cual tiene como objetivo orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población. Una de las estrategias de esta política es el fortalecimiento de capacidades en educación e investigación para la producción y consumo sostenible. En esta, las instituciones educativas son un

elemento fundamental para la promoción del desarrollo sostenible [13].

Actualmente, diferentes instituciones nacionales de educación básica y superior mediante sus programas académicos y de educación imparten cursos permanentes para incluir conceptos y herramientas de producción y consumo sostenible como elementos centrales de competencia en disciplinas profesionales y carreras técnicas [14].

En Colombia, existen 1825 instituciones educativas entre públicas y privadas [15], de las cuales se

destaca la institución educativa privada Rochester, ubicada en Bogotá, dado que es la primera institución educativa en Colombia y en América Latina en recibir certificación internacional Leadership in Energy & Environmental Design (LEED). Esta certificación se basa en diferentes criterios: eficiencia en el uso del agua, sitios sustentables, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del ambiente interior e innovación en el diseño. Esta institución educativa se identifica por su construcción sostenible, además todas las iniciativas sostenibles implementadas son estudiadas y monitoreadas por estudiantes y profesores, lo cual genera conocimiento técnico y crítico para fomentar prácticas de sostenibilidad en su hogar y entorno. La institución tiene criterios de energías alternativas (paneles solares térmicos y fotovoltaicos), reducción de agua potable a través de su planta de aguas residuales, control de CO₂ en las diferentes aulas, uso de equipos eléctrico-mecánicos de bajo consumo y gestión de residuos sólidos [16].

A nivel nacional, la Fundación Celsia ejecuta acciones que permiten fortalecer en la comunidad educativa una cultura de cuidado y protección de los recursos naturales, tanto al interior de las instituciones educativas, como por fuera de ellas, tal como ha sucedido en algunos municipios de Antioquia [17].

A nivel departamental, Santander cuenta con campañas de educación ambiental en las que el 57% de los participantes son las instituciones educativas. Estas campañas buscan concientización ambiental y son un indicio de pensamiento sostenible por parte de la comunidad [18]. El área metropolitana cuenta con 118 instituciones educativas, en las cuales la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB) ha aplicado políticas de educación ambiental basadas en conferencias y actividades de sensibilización ambiental. Sin embargo, se demostró que estas políticas no han contribuido a mitigar el impacto ambiental generado por las actividades de las comunidades educativas y, consecuentemente, no existen programas que promuevan la sostenibilidad en las instituciones educativas santandereanas [19].

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, para que una institución educativa alcance la sostenibilidad ambiental, requiere en principio realizar una evaluación de impacto ambiental que permita

identificar las consecuencias ambientales causadas por sus actividades.

Esta investigación toma como caso de estudio la jornada de la tarde de una institución educativa ubicada en una zona marginal. La institución beneficia tanto a estudiantes del sector rural, como del casco urbano, cuyo nivel socioeconómico es 1 y 2. Tiene un área de 0,162 hectáreas, y atiende una población educativa en la jornada bachillerato, organizados en un horario de 6:15 a.m. a 12:15 p.m.

Adicional a la población estudiantil, la institución educativa cuenta con personas que se desempeñan en los siguientes cargos: siete (7) en personal administrativo, y sesenta y ocho (68) como docentes.

2. Metodología

Esta investigación se desarrolló en tres etapas: a) identificación de la percepción ambiental de los integrantes de la comunidad educativa de la institución educativa; b) evaluación de la situación ambiental de la comunidad caso de estudio, mediante la metodología CONESA; y c) determinación de huella ecológica (EF) como indicador ambiental.

2.1 Etapa 1: identificación de la percepción ambiental de los integrantes de la comunidad educativa

La percepción ambiental de la comunidad se realizó mediante una encuesta con preguntas tipo Likert (también denominada método de evaluaciones sumarias, permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado), con un mismo valor para cada una de ellas [20].

El tamaño de la muestra se determinó a través de la ecuación 1. Esta se usa para el cálculo de tamaño de muestra para poblaciones finitas [21]:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

$$n = \frac{1105 * 0,5^2 * 1,96^2}{(1105 - 1) * 0,05^2 + 0,5^2 * 1,96^2} = 285 \text{ personas} \quad (1)$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población, que equivale a 1105, teniendo en cuenta estudiantes, administrativos y docentes de la institución educativa caso de estudio.

σ = Desviación estándar de la población, por referencia se utilizó un valor constante de 0,5 [21].

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante asumido con 95% de confianza que equivale a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestral, se utilizó un valor del 5% (0,05).

En la figura 2, se presenta el modelo de encuesta realizada. La selección de preguntas se realizó con base a revisión bibliográfica [22].

1. Cargo _____ Edad _____ Género: F ___ M ___
2. Usted cómo califica el estado actual del medio ambiente en el colegio:
Favorable (muy bueno o bueno) ___ Desfavorable (Regular y malo) ___
3. Cuáles son los temas ambientales más importantes en su colegio: (Marque con una X)
Manejo de residuos sólidos ___ Ruido ___ Manejo del agua ___ Aire ___ Energía ___
4. En una escala del 1 a 4, donde 1 es muy baja afectación y 4 es muy alta afectación. Qué tan afectado se siente por:
Inadecuada disposición de desechos ___ Elevada producción de basura ___ Inadecuado manejo del agua ___ Escases de agua ___ Contaminación acústica diurna ___ Contaminación acústica nocturna ___ Contaminación del aire causada por vehículos motorizados ___ Exceso del alumbrado/iluminación ___ Exceso de uso de aparatos eléctricos ___
5. Qué hace usted cuando encuentra un papel en el piso: (Marque con una X)
Lo recoge ___ No ve papeles en el piso ___ No lo recoge

Figura 2. Encuesta de percepción ambiental

Fuente: elaboración propia

2.1.1 Análisis estadístico

Se analizaron los datos obtenidos en las encuestas por medio de tablas y gráficas, y se encontró que la población estudiada poseía una distribución normal. En ese sentido, se consideró el análisis multivariable cuya finalidad es analizar simultáneamente una serie de datos y/o múltiples variables de cada individuo u objeto de investigación [23] [24].

2.2 Etapa 2: método cualitativo: metodología cualitativa de conesa

Con el propósito de validar los resultados de la percepción ambiental, se realizó una EIA a la comunidad educativa. Los resultados de la evaluación cualitativa aplicada a este caso se estructuraron en las siguientes etapas:

- a. Visitas de campo a la institución educativa caso de estudio. Durante tres meses se realizaron visitas de campo a la institución educativa caso de estudio, con el objeto de recopilar información que sirvió de insumo para la inspección de la situación ambiental.
- b. Identificación de los impactos ambientales de la institución educativa. Los aspectos ambientales que sobresalen en la comunidad educativa son valorados mediante la metodología CONESA [6].
- c. Definición de parámetros y calificación de impacto. Para calificar cualitativamente la importancia de cada impacto, se utilizó la ecuación 2.

$$I = \pm \left(\begin{array}{l} 3IN + 2EX + MO + PE + RV \\ +SI + AC + EF + PR + RB \end{array} \right) \quad (2)$$

En donde el signo corresponde al carácter del impacto (positivo o negativo), IN representa la intensidad, EX la extensión, MO el momento, PE la persistencia, RV la reversibilidad, SI la sinergia, AC la acumulación, EF el efecto, PR la periodicidad, y RB la recuperabilidad [6].

2.3 Etapa 3: determinación de huella ecológica (EF) como indicador ambiental

Durante el desarrollo de esta etapa se hizo una recolección de información basada en el consumo de recursos que genera la institución educativa caso de estudio a causa de la actividad escolar. Estos recursos se clasifican en tres componentes (tabla 1).

Tabla 1. Componentes y subcomponentes de la huella ecológica (EF)

Componentes	Recursos naturales	Residuos sólidos	Medio de transporte
Subcomponentes	Agua	Papel	Automóvil
	Energía	Orgánicos	Autobús
	Gas	Inertes	Moto

Fuente: elaboración propia

La información de consumo de agua, luz y gas fue registrada en conformidad con las facturas mensuales de los servicios públicos de la institución educativa. La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos se llevó a cabo mediante el método de cuarteo propuesto por Kunitoshi Sakurai (método de análisis de residuos sólidos) [25].

Con relación al medio de transporte, se realizó una encuesta a toda la comunidad educativa con el fin de conocer qué medio usan y cuál es la distancia que recorren a diario durante la ida y regreso a la institución educativa.

Los consumos mencionados se convierten a unidades de territorio productivo. La unidad de medida es la “hectárea del territorio productivo estándar”, la cual se obtiene mediante la aplicación de factores denominados de “equivalencia” [26]. Esto permite que la huella ecológica de la institución educativa sea directamente comparable con la obtenida en otros lugares del mundo. De acuerdo con lo anterior, el cálculo de la huella ecológica (HE) se realiza en cuatro pasos, los cuales se describen a continuación.

2.3.1 Paso 1: emisiones de CO₂ (HE)

Para el cálculo de las emisiones de CO₂, se utilizan factores de conversión dados en la ecuación 3.

$$\text{Emisiones de CO}_2 [\text{Kg CO}_2] = C_i * E_f \quad (3)$$

Donde:

E_f = Factor de conversión de huella ecológica.

C_i = consumo anual [Energía (kwh), agua (m^3), gas (m^3), residuos sólidos (kg d residuo)].

2.3.2 Paso 2: cálculo de la huella ecológica para cada subcomponente y componente

Con el fin de determinar la huella ecológica de cada subcomponente y cada componente, se utilizaron las ecuaciones 4 y 5.

$$HE_{subcomp,i} = \frac{\text{Emisiones de CO}_2}{P} \quad (4)$$

$$HE_{Comp,j} = \sum_{i=1}^n HE_{subcomp,i} \quad (5)$$

Donde:

$HE_{subcomp,i}$ = huella ecológica de cada subcomponente

$\left(\frac{Ha}{año} \right)$.

P = factor de conversión a hectáreas/año = 6270

$\left[\frac{\text{Kg CO}_2}{Ha/año} \right]$. [27].

$HE_{comp,j}$ = Huella ecológica de cada componente

$\left(\frac{Ha}{año} \right)$.

2.3.3 Paso 3: factores de equivalencia para la huella ecológica (HE)

La huella ecológica establece cómo, a fin de comparar resultados estos se deben expresar en hectáreas globales, las cuales se definen como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos (hectárea global -GHa-).

De acuerdo con lo anterior, el factor de equivalencia que se empleó en la institución educativa fue 2,18 [GHa/Ha], el cual corresponde a superficie artificializada, debido a que este tipo de superficie considera áreas urbanizadas y ocupadas por infraestructuras [28].

En síntesis, la huella ecológica de la institución educativa caso de estudio (IECE) se calculó de acuerdo con la ecuación 6.

$$HE_{total} \left[\frac{GHa}{año} \right] = \left[HE_{Comp,j} \left[\frac{Ha}{año} \right] + A_{IECE} \right] * 2,18 \left[\frac{GHa}{Ha} \right] \quad (6)$$

Donde:

$$A_{C.S.P.C.} = \text{Área del IECE sede A jornada bachillerato} \left[\frac{\text{Ha}}{\text{año}} \right]$$

2.3.4 Paso 4: cálculo de la huella ecológica per cápita

Para determinar la huella ecológica per cápita, se divide la huella ecológica total (HE_{total}) en el número de personas pertenecientes a la comunidad educativa, utilizando la ecuación 7.

$$HE_{Per\text{ cápita}} = \frac{HE_{total}}{M} \quad (7)$$

Donde:

$HE_{Per\text{ cápita}}$ = huella ecológica per cápita.

HE_{total} = huella ecológica total.

M = número de personas que integran la institución educativa caso de estudio.

3. Resultados y discusión

3.1 Percepción ambiental

Entre la población encuestada, se encontró que el 86% tenía entre 10 y 25 años, seguidos por un 12% en el rango de 26 y 41 años, y el 2% restante en el rango de 41 años en adelante.

3.1.1 Primera sección: situación ambiental de la institución educativa

Se preguntó a la población sobre la situación ambiental de la institución educativa, y el 63% de los encuestados respondió que era desfavorable (figura 3). Esto se debe a que, durante el descanso de los estudiantes en la jornada académica, gran parte de la comunidad educativa genera residuos sólidos y no hace una buena disposición de estos, creando así un impacto visual negativo.

Otro factor que ocasiona una percepción desfavorable es el uso inadecuado del agua en los lavamanos, como efecto del mal estado y ausencia de la cruceta de la llave de agua, provocando una pérdida de caudal de 5 litros por minuto. Si se tiene en cuenta que los baños son parte fundamental de la comunidad educativa, pues allí es donde se realizan

las necesidades fisiológicas (deposición, micción), y sociales (arreglarse el cabello, acomodarse la vestimenta e incluso conversar), el Ministerio de Educación Nacional exige que cada establecimiento educativo debe contar con un sanitario y un lavamanos accesible por cada 15 personas [29], lo cual en el caso de la institución educativa de esta investigación sería de 74 baños para los 1105 integrantes, y actualmente cuentan con solo 14.

Por otro lado, la saturación del espacio por la sobrecarga de estudiantes transforma el ambiente sonoro en ruido excesivo, causando una pérdida gradual en la concentración. Todo esto debido a que el diseño y la construcción de la institución educativa no se hizo teniendo en cuenta la capacidad de personal y el tipo de dinámica al que iba a estar sometida de manera permanente. Según la Norma Técnica Colombiana NTC 4595 (ingeniería civil y arquitectura, planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares), el área por cada estudiante debe ser de 1,65 (m²/estudiante) en el aula de clase, y de 5,7 (m²/estudiante) para espacios abiertos. Se observó que en la institución educativa de estudio el área en el salón de clase es aproximadamente 1,2 (m²/estudiante) y en espacios libres de 0,72 (m²/estudiante).

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron comparados con los resultados nacionales arrojados por la *Encuesta Nacional Ambiental 2015*, en la cual se señala como el medio ambiente se ha convertido en el segundo tema de mayor preocupación a nivel mundial. En Colombia, nueve de cada diez ciudadanos consideran que el estado actual del medio ambiente en el país es desfavorable [22].

3.1.2 Segunda sección: problemas ambientales en la institución educativa caso de estudio

La figura 4 corresponde al nivel de importancia que le dan estudiantes, profesores y administrativos a diferentes temas ambientales que requieren especial atención en la institución educativa. Al referirse al manejo del agua, la población expresó con un 32% que este presenta mayor preocupación que lo demás, y en orden descendente le sigue el ruido con un 26% y el manejo de residuos sólidos con un 22%.

Los resultados del gráfico radial muestran que el manejo del agua y ruido son los factores más importantes en la comunidad educativa, y la

energía y la contaminación de aire son los factores que menos importan a esta (figura 5).

Algunas investigaciones, tales como las desarrolladas por la municipalidad de Zaragoza y la Fundación Ecología y Desarrollo en 2010, plantean que el consumo de agua en centros educativos puede llegar a 5 L/usuario-día [30]. Según lo anterior, la institución educativa caso de estudio debería tener un consumo aproximado de 2016,63 (m³/año), pero su consumo es 3,45 veces más alto (6958,37 m³/año). Con esta relación se puede concluir que el consumo de agua del plantel es mayor al regular.

La figura 6 presenta la percepción de autorresponsabilidad y sensibilidad que tiene la comunidad educativa sobre la problemática tratada, de manera que el 56% de las personas al ver un papel en el piso, lo recoge, mitigando a través de sus acciones

los impactos que perjudican el medio ambiente. En Colombia, los avances en la concientización y la sensibilización con el medio ambiente han aumentado, pero en la mayoría de los casos, al presenciar actuaciones en contra del medio ambiente, los ciudadanos asumen una actitud pasiva.

El análisis anterior se correlaciona con los resultados mostrados en la figura 7, en la cual se revela que el inadecuado manejo de agua es el factor que más afecta a la comunidad educativa (65%), junto con la contaminación acústica diurna (62%).

En la encuesta nacional realizada por la Universidad de Los Andes, el 62,3% de las personas consultadas se sienten altamente afectadas por el ruido, y un 36,3% por el manejo del agua, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la encuesta realizada en la institución educativa caso de estudio.

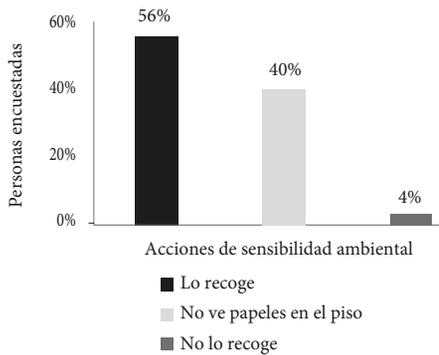


Figura 3. Estado actual del medio ambiente en la institución educativa caso de estudio
Fuente: elaboración propia

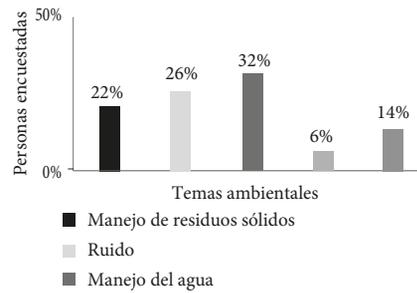


Figura 4. Temas ambientales más importantes a tratar en la institución educativa caso de estudio
Fuente: elaboración propia

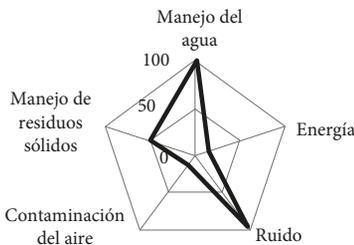


Figura 5. Gráfico radial de la relación entre los temas ambientales más importantes en la institución educativa caso de estudio
Fuente: elaboración propia

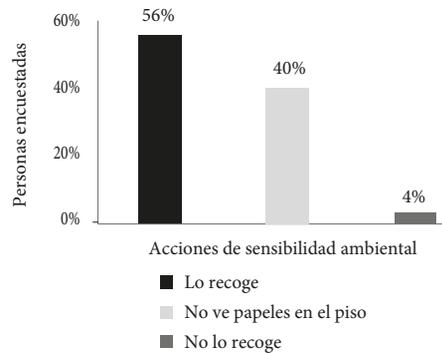


Figura 6. Acciones de auto-sensibilidad ambiental
Fuente: elaboración propia

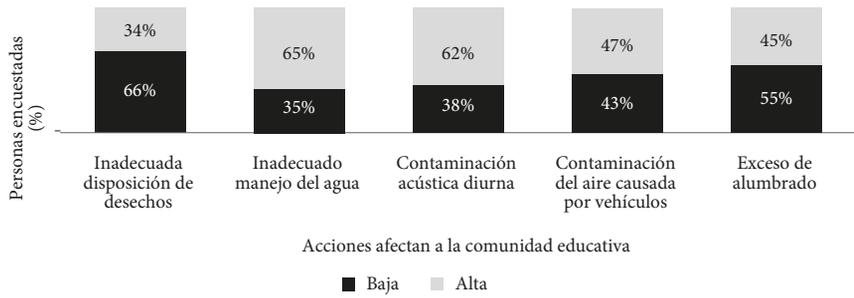


Figura 7. Acciones por las cuales la comunidad se siente más afectada
Fuente: elaboración propia

3.2 Evaluación impacto ambiental: metodología cualitativa CONESA

Los resultados de esta etapa se dividen de acuerdo con las etapas presentadas en la metodología.

3.2.1 Visitas de campo a la institución educativa caso de estudio

En la figura 8, se presenta un registro fotográfico de las principales causas de los impactos ambientales de la institución educativa.

3.2.2 Identificación de los impactos ambientales de la institución educativa caso de estudio

Una vez conocidos las actividades del proyecto, el entorno que lo rodea, la capacidad de acogida de este, y la percepción ambiental de sus habitantes, se realizó un análisis de las acciones impactantes y de los factores ambientales perjudicados por las acciones.



Figura 8. Registro fotográfico de las problemáticas ambientales en la institución educativa caso de estudio
Fuente: elaboración propia

3.2.3 Calificación impacto ambiental

En las tablas 2 y 3, se muestran los valores de importancia que demuestran cualitativamente la afectación que tienen las actividades desarrolladas en la institución educativa caso de estudio, contra los factores ambientales y los aspectos negativos y positivos que tienen para la población.

El factor aire se encuentra afectado por dos impactos de importancia crítica: las actividades lúdicas, con un valor de -87; y el tránsito vehicular, con un valor de -95. Lo primero se da en razón a que los juegos y actividades desarrolladas durante el descanso producen una alta contaminación auditiva. Lo segundo se interpreta por la ubicación de la institución educativa caso de estudio, la cual se encuentra en una zona popular con alto tránsito vehicular, en su mayoría de transporte público.

Uno de los mayores impactos al clima lo origina el uso de aparatos eléctricos, en este caso, el empleo de aires acondicionados en la zona administrativa y ventiladores en los salones, obteniéndose como resultado una importancia positiva crítica, ya que mejora considerablemente el confort climático de los habitantes de la institución educativa, tomando un valor positivo crítico de 85.

Los edificios deben proporcionar a sus ocupantes un ambiente confortable y saludable para trabajar. Si los factores ambientales de las aulas están dentro de los límites de confort (20 y 26 °C), lo que se denomina “neutralidad térmica”, el rendimiento de los estudiantes mejorará y el trabajo de los docentes será de mayor calidad [31].

Mantener un equilibrio térmico para un ambiente agradable trae consecuencias tales como el alto consumo de energía, lo cual afecta el factor económico y, en este caso, ya que se produce en una fuente hídrica, afecta de igual manera el recurso convirtiendo el uso de aparatos eléctricos en una acción impactante crítica de -95.

Por otra parte, la compra e ingesta de alimentos produce residuos sólidos que generan un impacto negativo al suelo con un valor crítico de -80. El gran impacto del suelo afecta de igual forma la calidad intrínseca del paisaje con una importancia negativa severa de -65. Como consecuencia de estos impactos, la institución ha tomado medidas. Por ejemplo, realizar jornadas de limpieza los días lunes, martes y miércoles antes del inicio de clases, desarrollando en los estudiantes un sentido de pertenencia con el ambiente.

En las tablas 2 y 3, se presentan los resultados de la matriz de importancia para los impactos físicos, socioeconómicos y culturales. En la tabla 4 se presenta la matriz descriptiva de impactos ambientales de la institución educativa caso de estudio.

3.3 Resultados de la huella ecológica total y per cápita

3.3.1 Emisiones de CO₂

Las emisiones de CO₂ de la institución educativa caso de estudio se resumen en la figura 9.

De acuerdo con la figura 9, se puede afirmar que el consumo de energía es el principal responsable de las emisiones de CO₂ en la institución educativa caso de estudio, dado que se presenta uso irracional de energía debido a la iluminación de los edificios, empleo de equipos informáticos, aire acondicionado y gas natural. Estos datos son reflejo de la situación actual de Colombia, dado que según un análisis del Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional de la Universidad de los Andes, por encargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el sector energético es considerado como el segundo responsable de las emisiones de CO₂ del país [32].

En segundo lugar, se encuentra el impacto ambiental derivado de los residuos sólidos (3,93 GHa), debido principalmente a la alta producción de residuos plásticos, uso excesivo de papel e inadecuada clasificación de residuos.

Finalmente, el impacto generado por la movilidad (0,36 GHa) es bajo debido a que la mayoría de los estudiantes, profesores y administrativos encuestados llegan a la institución educativa caminando o haciendo uso de la bicicleta.

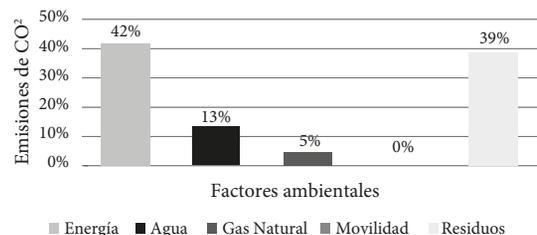


Figura 9. Distribución modal de las emisiones de CO₂

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Matriz de importancia, valoración cualitativa de los impactos físicos

Factor ambiental afectado	Acciones impactantes															
	Etapas del proyecto				Entrada y salida de estudiantes (6 a.m. y 12:30 m.)				Jornada pedagógica (9-9:20 y 11-11:10 a.m.)				Esparcimiento (descanso)			
	Tránsito vehicular	Tránsito de Estudiantes	Carencia de señalización escolar	Compra e ingesta de alimentos fuera del núcleo	Interacción profesor estudiante	Impresión y fotocopiado de documentos	Ingesta de alimentos durante la jornada	Uso de aparatos eléctricos	Necesidades fisiológicas	Actividades lúdicas y socialización (patios A y B)	Compra e ingesta de alimentos	Realización de tareas y trabajos	Necesidades fisiológicas			
Medio Físico	Inerte	Calidad del aire	-37													
		Aire	Nivel de olores	-18				-25				-25			-46	
			Nivel de ruido	-32	-25			-25				-95				
			Total Aire	-87	-25			-25				-95				-46
	Clima	Confort climático	-55						85+							
		Total Clima	-55						85+							
	Agua	Calidad de agua													-95	
		Recurso hídrico													-86	
	Suelo	Total Agua													-181	
		Calidad/capacidad				-75		-80				-80			-67	
Medio perceptual	Total Suelo				-75	-60	-80				-80	-67		-67		
	Total Inerte	-142	-25		-75	-85	-105	85+			-105	-67		-227		
Total Medio Perceptual	Paisaje	Calidad intrínseca			-65						-60			-55		
		Total Medio Perceptual			-65						-60			-55		
Total Medio Físico		-142	-25		-140	-85	-105	85+			-155	-67		-227		

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Matriz de importancia, valoración cualitativa de los impactos socioeconómicos y culturales

		ACCIONES IMPACTANTES																	
Etapas del Proyecto	Entrada y Salida de estudiantes (6 a.m. y 12:30 m.)	Jornada Pedagógica (9-9:20 y 11-11:10 a.m.)						Esparcimiento (Descanso)											
		Tránsito vehicular	Tránsito de estudiantes	Carencia de señalización escolar	Compra e ingesta de alimentos fuera del núcleo	Interacción profesor estudiante	Impresión y fotocopiado de documentos	Ingesta de alimentos durante la jornada	Uso de aparatos eléctricos	Necesidades fisiológicas	Actividades lúdicas y socialización (patios A y B)	Compra e ingesta de alimentos	Realización de tareas y trabajos	Necesidades fisiológicas					
Factor ambiental afectado	Cultural	Factores educativos	-65				25+	60+											
		Estilo de vida	-45		-32	-45	75+		85+	63+		85+	50+						
		Total Cultural	-45	-65	-32	-45	100+	60+	85+	63+		85+							
		Calidad de vida			-32		25+		75+	66+		75+							
		Salud	-20		-22	65+		-50				75+	80+						
	Medio sociocultural	Relaciones sociales					75+									85+		45+	
		Total Humanos	-20		-54	65+	100+	-50	75+	66+	-95	160+	155+	45+		160+	155+	45+	
		Total Medio Sociocultural	-65	-50	-86	20+	200+	10+	160+	129+	-95	230+	240+	95+		230+	240+	95+	
		Dinámica poblacional		37+			78+									64+			
		Total Población		37+			78+									64+			
Medio socioeconómico	Consumo de energía					-65	-80		-95				-68						
	Total Economía					-65	-80		-95				-68						
	Total Medio Socioeconómico		37+			13+	-80		-95				-68		64+			-68	
Total Medio Socioeconómico y Cultural		-13			20+	278+	-10	160+	34+	-95	294+	240+	-27		294+	240+	-27		

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Matriz descriptiva de impactos ambientales de la institución educativa caso de estudio

Acciones impactantes	Descripción	Impactos
Tránsito vehicular	Transporte y movilización cotidiana de personas en vehículos motorizados (motocicletas, automóviles) alrededor de la institución.	Calidad del aire -37, nivel de olores -18, nivel de ruido -32, estilo de vida -45 y salud -20.
Tránsito de Estudiantes	Ingreso y salida de estudiantes a las horas señaladas por la institución (6 a.m. y 12:30 m.), circulación de alumnos en los momentos de cambio de clase y horas de educación física.	Nivel de ruido -25, dinámica poblacional 37+ y factores educativos -65.
Carencia de señalización escolar	Señales pertinentes que demuestren e informen a la comunidad que deben ser prudentes al momento de transitar por el sector para hacerlo más seguro.	Estilo de vida -32, calidad de vida -32 y salud -22.
Compra e ingesta de alimentos	Consumo de meriendas a las horas del recreo y salida de la institución.	Nivel de olores -25, suelo -80, paisaje -55, estilo de vida 85+, calidad de vida 75+ y salud 80+.
Interacción Profesor estudiante	Engloba lo que sucede dentro del salón de clases, en el momento de enseñanza, tanto como realización de trabajos y labores asignadas por el docente hasta la formación de grupos para socialización de actividades.	Nivel de ruido -73, factores educativos 25+, estilo de vida 75+, calidad de vida 25+, relaciones sociales 75+, consumo de energía -65.
Impresión y fotocopiado de documentos	Se presta el servicio de fotocopiado e impresión de trabajos y documentos delegados por los profesores durante la jornada educativa para uso académico.	Nivel de ruido -25, suelo -60, factores educativos 60+, salud -50, consumo de energía -80.
Uso de aparatos eléctricos	Utilización de ventiladores, computadores, aires acondicionados en las oficinas, biblioteca y sala de profesores y todo tipo de dispositivo electrónico que pueda tener un consumo de energía eléctrica en la institución.	Confort climático 85+, calidad de vida 66+, consumo energético -95.
Necesidades fisiológicas	Encierra lo que se refiere al uso de los baños y demás lugares en donde se encuentre un suministro de agua para satisfacer las necesidades básicas de los estudiantes.	Calidad de agua -95, recurso hídrico -86, calidad de vida -95.

Fuente: elaboración propia

3.3.2 Huella ecológica

El área total de la institución educativa caso de estudio es de 0,162 hectáreas. Su población en 2015 es de 1105 personas (estudiantes, administrativos y profesores), y su huella per cápita es de 0,01 [GHa/persona-año]. De esto se deduce que la huella ecológica total la institución educativa caso de estudio es de 10,15 [GHa/año].

En la figura 10, se observan los componentes que se tuvieron en cuenta para calcular la huella ecológica de la institución educativa caso de estudio, y se encontró que la mayor contribución es de los recursos naturales con 5,86 [GHa/año], lo cual corrobora la información de la figura 9 en donde este es el factor principal de las emisiones de CO₂.

En Colombia, la huella ecológica per cápita en el 2005 fue de 1,9 (GHa / persona-año) [33]. Desde

1961, Colombia ha sido un acreedor biológico debido a que su biocapacidad es 100% más grande que su huella ecológica [34].

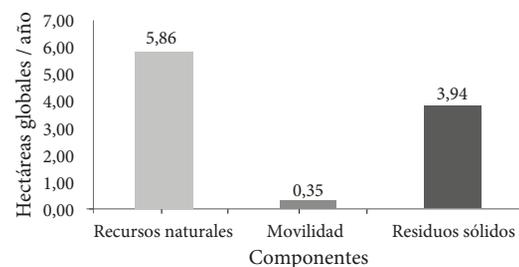


Figura 10. Huella ecológica para cada componente

Fuente: elaboración propia

4. Discusión y conclusiones

La metodología empleada en esta investigación permitió evaluar la problemática ambiental a partir de la percepción de la población afectada y los indicadores cualitativos y cuantitativos de impactos ambientales.

La percepción ambiental de la institución educativa caso de estudio se valoró mediante un análisis estadístico, en el cual se obtuvo como resultado una percepción ambiental desfavorable. El principal impacto identificado es el asociado al consumo elevado de agua, seguido por el impacto asociado al ruido. Estos resultados se deben a que la mayor parte de las actividades escolares están acompañadas de un uso irracional de agua. Por otro lado, la institución educativa caso de estudio no cumple con el área exigida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia para los 1105 estudiantes que tiene a cargo, generando de este modo un hacinamiento estudiantil y un ruido excesivo.

La evaluación de impacto ambiental se aplica a la institución educativa caso de estudio para el periodo anual de 2015. Los resultados de esta investigación muestran que la huella ecológica per cápita de la institución educativa caso de estudio es de 0,01 [Gha/persona/año]. Este valor corresponde al 0,52% de la huella ecológica per cápita de Colombia.

Se evidencia la necesidad de promover el comportamiento ciudadano y la cultura, dado que como se midió en esta investigación, el impacto ambiental está influenciado significativamente por las variables culturales. Actualmente, se observa que la tecnología podría ser un predictor de las variables culturales, por lo tanto, una alternativa de solución para ajustar la cultura de las poblaciones marginales sería mediante el uso de herramientas tecnosociales, las cuales involucren la lúdica como estrategia de construcción de normas sociales.

En ese sentido, el impacto ambiental de nuestras acciones se podría reducir desde la autoconstrucción lúdica y normativa en materia ambiental, dado que el juego es un acto de comunicación, en el que se involucra quien juega y también quien observa. Los desarrollos tecnológicos amplían las formas en que el hombre se relaciona con el medio ambiente. Por lo anterior, se podrían reducir los impactos ambientales de las acciones de los estudiantes mediante un desarrollo tecnológico que promueva el comportamiento ciudadano y la cultura.

Referencias

- [1] G. Baldi-López y E. García-Quiroga, "Calidad de vida y medio ambiente. La psicología ambiental", *Unión de universidades de América Latina y el Caribe*, p. 16, 2005, [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/373/37303003.pdf>. Último acceso: 1 noviembre, 2015.
- [2] Faggionato, *Percepção ambiental*, p. 1, 2005. [En línea]. Disponible en: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/artigos/percepcao_ambiental.html. Último acceso: 12 noviembre, 2015.
- [3] J. Liu, D. Gretchen, P. Ehrlich y G. Luck, "Effects of household dynamics on resource consumption and biodiversity", *Nature*, n.º 431, ene. 2003, pp. 530-533, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nature01359>
- [4] L. Voinea, "Analyzing the main changes in new consumer buying", *International Journal of Economics Practices*, vol. 1, n.º 1, pp. 14-19, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.ijept.org/index.php/ijept/article/view/3/4>. Último acceso: 13 noviembre, 2015.
- [5] R. Martínez y J. Toro, *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia*, Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4232/1/696893>. 2011.pdf. Último acceso: 9 noviembre, 2015.
- [6] V. Conesa-Fernandez, *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, Madrid: Mundi Prensa, 1997.
- [7] P. Wathern, ed., *Environmental Impact Assessment Theory and Practice*, UK: Routledge, pp. 3-28, 2004. [En línea]. Disponible en: http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781134897728_sample_516543.pdf. Último acceso: 3 noviembre, 2015.
- [8] E. Erazo, *Manual de evaluación de impactos ambientales de Colombia*, Santa Marta: MEIACOL Ed., CD-ROM 1.0, 1998. [En línea]. Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/meiacol.pdf. Último acceso: 5 noviembre, 2015.
- [9] I. D. Coria, "El estudio de impacto ambiental: características y metodologías", *Invenio*, pp. 125-135, jun. 2008, [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87702010>. Último acceso: 5 noviembre, 2015.
- [10] J. Toro-Calderon, R. Martínez-Prada y G. Arrieta-Loyo, "Métodos de evaluación de impacto en Colombia", *Rev. de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 4, n.º 2, pp. 43-53, jul.-dic. 2013. [En línea]. Disponible en: http://academia.unad.edu.co/images/investigacion/hemeroteca/RIAA/RIAA_Vol4_N2/

- Metodos%20de%20Evaluacion%20de%20Impacto.pdf. Último acceso: 5 noviembre, 2015.
- [11] M. Wackernahel y W. Rees, *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, Philadelphia: New Society Publishers, p. 9, 1996.
- [12] J. M. Ibarra-Cisneros y A. Monroy-Ata, “Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional”, *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, vol. 2, n.º 17, pp. 147-154, 2014.
- [13] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible*, Bogotá: María Emilia Botero Arias-Centro de Documentación MAVDT, 2010.
- [14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Política Nacional de Producción más Limpia*, Bogotá: Grupo de producción más limpia, 1997. [En línea]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Políticas/polit_produccion_mas_limpia.pdf. Último acceso: 5 noviembre, 2015.
- [15] Ministerio de Educación Nacional, *Sistema educativo colombiano*, 2013. [En línea]. Disponible en: www.mineducacion.gov.co/1621/w3-propertyvalue-44150.html. Último acceso: 5 noviembre, 2015.
- [16] Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, “Casos de éxito: Colegio Rochester, primer colegio en Colombia y en América Latina en recibir la certificación internacional LEED, en su versión Gold”, Bogotá, 2014. [En línea]. Disponible en http://www.rochester.edu.co/tt/files/Estudio_de_Caso_-_Colegio_Rochester.pdf. Último acceso: 2 noviembre, 2015.
- [17] Fundación CELSIA, “Eco-Escuelas”, Medellín, 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.celsia.com/fundacion-celsia/Programas/Eco-Escuelas>. Último acceso: 2 noviembre, 2015.
- [18] Secretaría de Salud y Ambiente, “Proyecto de educación Ambiental, Balance primer semestre 2013”, Bucaramanga, 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.bucaramanga.gov.co/documents/dependencias/Informe_Educaci%C3%B3n_Ambiental.pdf. Último acceso: 4 noviembre, 2015.
- [19] J. P. Ardila-Figueroa y E. Vera, *Identificación de las variables que afectan la práctica de la política de Educación Ambiental establecida por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta*, Bucaramanga: CDMB, 2014.
- [20] B. Zamora-González, “Percepción ambiental en estudiantes de secundaria”, *Actualidades Investigativas en Educación*, vol. 9, n.º 3, pp. 1-19, 2009. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/447/44713064005.pdf>. Último acceso: 9 noviembre, 2015.
- [21] S. Aguilar-Barojas, “Formulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud”, *Salud en Tabasco*, n.º 11, pp. 1-2, 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>. Último acceso: 8 noviembre, 2015.
- [22] Universidad de los Andes y Cifras & conceptos, “Encuesta Nacional Ambiental”, Bogotá, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://ingenieria.uniandes.edu.co/images/PresentacionResultadosFebre2015.compressed.pdf>. Último acceso: 7 noviembre, 2015.
- [23] W. Briceño-Rondón y P. Gillezeau-Berrios, “Una alternativa de análisis multivariante para medir el desarrollo humano en países latinoamericanos”, *Negotium*, vol. 5, pp. 4-36, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78212944002>. Último acceso: 7 noviembre, 2015.
- [24] M. Balzarini, C. Bruno, M. Córdoba y I. Teich, “Herramientas en el análisis estadístico multivariado”, Córdoba, Argentina, 2015. [En línea]. Disponible en: http://www.fca.proed.unc.edu.ar/pluginfile.php/12137/mod_resource/content/1/Compilado%20CAVILA.pdf. Último acceso: 9 noviembre, 2015.
- [25] K. Sakurai, “Método sencillo del análisis de residuos sólidos”, 2000. [En línea]. Disponible en: <http://www.bvs-de.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>. Último acceso: 9 noviembre, 2015.
- [26] C. Cárdenas-Paiz, A. Peinado-Muñoz, A. Mora-Casado de Amezúa y L. Moreno-Hueso, “La huella ecológica de la UGR”. [En línea]. Available: http://dcab.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaecologica/. Último acceso: 1 de noviembre de 2015.
- [27] N. López-Alvárez, “Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades”, Santiago de Compostela, 2008. [En línea]. Disponible en: http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf. Último acceso: 1 noviembre, 2015.
- [28] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, “Análisis de la huella ecológica de España”, 2008. [En línea]. Disponible en: <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf>. [Último acceso: 11 de noviembre de 2015].
- [29] Ministerio de Educación Nacional, “Norma técnica Colombiana NTC 4595 (Ingeniería Civil y Arquitectura, Planeamiento y Diseño de instalaciones y ambientes escolares)”, Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2006. [En línea]. Disponible en: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf. Último acceso: 10 noviembre, 2015.

- [30] C. D. Trujillo-Cardona y J. F. Sarmiento-Ocampo, "Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio Facultad de Ciencias Ambientales-Universidad Tecnológica de Pereira", Pereira, 2012. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2769/1/333912T866.pdf>. Último acceso: 16 noviembre, 2015.
- [31] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, "El confort térmico en los centros escolares", 2012. [En línea]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/ErgaPrimaria/2012/Erga_36_2012.pdf. Último acceso: 16 noviembre, 2015.
- [32] Universidad de los Andes, "Futuro de la movilidad en Colombia", *Diario de la República*, p. 11, 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.larepublica.co/revista/futuro-de-la-movilidad-en-colombia_105476. Último acceso: 16 noviembre, 2015.
- [33] Global Footprint Network, "Países según su Huella ecológica", 2008. [En línea]. Disponible en: http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/footprint_for_nations/. Último acceso: 2 noviembre, 2015.
- [34] C. Montoya y C. Díaz, "La productividad en contra de la biocapacidad del planeta: análisis desde la perspectiva económica neoclásica", *Observatorio del Medio Ambiente*, vol. 1, n° 10, pp. 1-14, 2011.